

环境工程概论

苏琴 吴连成 编著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

环境工程概论 / 苏琴, 吴连成编著. —北京: 国防工业出版社, 2004.9

ISBN 7-118-03625-0

.环... . 苏... 吴... .环境工程学-概
论 . 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 091337 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号) 电话

(邮政编码 100044) 电话

天利华印刷装订有限公司印刷 电话

新华书店经售 电话

*

① 1/16 开本 787×1092 1/16 印张 19 1/2 451 千字 电话

2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月北京第 1 次印刷 电话

印数: 1—4000 册 定价: 30.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换) 电话

前 言

进入 21 世纪的人类社会面临着更加严峻的环境与发展的挑战。环境问题不仅受到了当今国际社会的普遍关注,而且已经成为关系到人类生存和可持续发展、国际竞争的重大问题。随着社会发展和知识经济时代的到来,环境问题不仅已渗透到国际社会的政治、经济、贸易、文化等各个领域,而且正越来越明显地威胁着人类的生存和发展。因而,认识环境问题的严重性,正确处理和合理协调经济增长、环境保护和社会发展的关系,保护生态环境,走可持续发展的道路,已成为摆在人类面前的紧迫而艰巨的任务。

随着环境问题的逐步严重,环境科学、技术与工程已经成为社会关注的热点。环境科学技术就是在新形势下应运而生且不断发展进步的,主要包括为加深对生态环境本质认识的各项科学和技术,为防治环境问题的出现及危害的各项科学和技术,以及为保护环境所采取的政治、法律、经济、行政、教育的各项专门知识和手段。保护环境就是保护人类生存和发展所依赖的环境要素,它包括维持生态平衡、防止环境污染、合理利用自然资源等多个方面。认识什么是环境、什么是生态破坏和环境污染、环境问题的产生、危害及其防治途径等,则是解决环境问题的基础,而政策、管理则是实现上述目的的重要和必不可少的保证,技术则是解决环境问题的实施手段。

近年来,高等学校内环境保护及环境工程专业、系科、学院及环境科学研究所大量涌现。环境工程学作为环境科学的一个重要分支,在保护生态环境和防治环境污染等方面正发挥着越来越重要的作用。环境工程学是一门新的边缘学科,本书是编者综合近几年来从事环境教育的讲授经验,在广泛吸取国内外文献的基础上,在浩繁的内容中进行精选加工而成。力求在有限的篇幅中尽可能全面地反映环境工程的基本内容,使学生对环境工程有一个较为概括地了解,以便在解决实际工程问题时综合考虑对环境的影响。

然而,环境工程技术虽然是保护环境所必不可少和迫切需要的,但又不是惟一有效的。为了保护环境,走可持续发展的道路,起根本作用的是全人类的觉醒和一致行动。环境教育被誉为“全民教育、终身教育”。从高层的决策人物到普通的老百姓,从各行业到政治、法律、经济、文化、科技各界,无一例外地与环境问题密切相关,并对环境保护起重要的作用。尤其是年轻的下一代,他们将是未来世界的主人,他们的意识、伦理、知识、信念,都将极大程度地决定世界的未来。因此,许多院校在各专业、各学科开设了“环境保护与可持续发展”的公共课程或选修课程,编者希望此书在向环境工程专业人员传授相关知识的同时,也能在环境教育普及工作中发挥一定的作用。

本书以高等教育普及环境教育为出发点,力求做到章节层次分明、内容重点突出、概念理论清晰。从环境与可持续发展的角度,介绍了环境及环境问题及可持续发展的基本含义,并就大气污染防治、水环境保护、固体废弃物污染防治及综合利用、噪声、光、热等其他污染的防治、清洁生产、环境与资源保护法与环境管理及环境质量评价等环境

工程的各方面进行了较系统的介绍。同时本书的每部分内容后面都引入了典型的环境问题案例,教师在教学过程中,可以围绕案例根据具体情况提出一些问题和一些教学活动,使教师与学生能够在互动的过程中探讨环境问题,使学生在学习环境知识的同时,提高环境意识,掌握环境保护的知识。

本书共分8章,其中第1章、第2章、第5章、第6章、第7章、第8章由苏琴编写,第3章、第4章由吴连成编写,全书由苏琴主编。本书可作为环境工程有关专业学生的专业基础课程入门教材,同时也可作为对非环境专业学生的开展环境与可持续发展教育的参考书籍,还可以作为对环境问题感兴趣的环保人士的读物。

在本书的编写过程中,得到了各参编单位领导和有关人员的关心和支持,在此表示感谢。此外,本书在编写过程中引用了国内外的有关文献资料,对此我们指出了出处或列入的参考文献,特此对这些文献的编者表示深深的感谢。

由于编者的水平和知识面有限,书中错误和不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者
2004年9月

第 1 章 绪 论

1.1 环境科学与环境工程学

1.1.1 环境科学

环境科学是研究人类环境质量及其保护和改善的科学，是一门新兴的、边缘的、综合性的学科，是在人们亟待解决环境问题的社会需要下迅速发展起来的。它是一个多学科到跨学科的庞大系统的新兴学科，它是涉及自然科学、工程技术、医学和社会科学的一门边缘学科。

一、环境科学的出现

早在 19 世纪下半叶，环境问题已开始受到社会的注意，生物学、地学、医学、工程学等学科的学者分别从本学科角度出发对环境问题进行探索和研究。1857 年英国生物学家达尔文在《物种起源》一书中，以无可辩驳的事实依据论证了生物是进化而来的，生物的进化同环境的变化有很大关系，生物必须适应环境才能生存。达尔文把生物和环境的各种复杂关系叫做“生存斗争”或者叫“适者生存”。1869 年德国生物学家海克尔提出了物种变异是适应和遗传两个因素相互作用的结果，提出了生态学的概念。1935 年英国植物生态学家坦斯莱提出了生态系统的概念，目前生态学的研究大多是围绕着生态系统进行的。公共卫生学从 20 世纪 20 年代以来，逐渐由关注传染病发展到重视环境污染对健康的危害。在工程技术方面，1897 年英国建立了污水处理厂，1850 年出现了化学消毒法，杀灭饮水中的致病菌，以防止水媒介的流行病蔓延。消烟除尘技术在 19 世纪后期已有所发展，美国在 1885 年发明了离心除尘器，20 世纪初开始采用布袋除尘器和旋风除尘器，随后通风除尘技术、空气调节、燃烧装置改造、工业气体净化等工程技术逐渐得到推广应用。

20 世纪 50 年代环境问题日趋严重，许多自然科学家，包括生物学、化学、地理学、工程学、物理学等方面的专家学者对环境问题进行联合调查和研究。他们在原学科的基础上，运用原学科的理论和方法，研究环境问题，逐渐出现了一些新的分支学科，例如环境生物学、环境化学、环境医学、环境工程学、环境物理学等，在这些分支学科的基础上孕育产生了环境科学。最早提出“环境科学”这一概念的是美国学者。1968 年国际科学联合理事会设立了环境科学委员会。1972 年出版了美国经济学家沃德和医学家杜博斯主编的《只有一个地球》一书。著者从整个地球前途出发，从社会、经济和政治的角度探讨环境问题，要求人类明智地管理地球。此后，便开始出现了以“环境科学”为书名的综合性著作。

二、环境科学的任务

自然环境本身具有它的发生和发展规律，而人类却要利用和改造环境，因此，两者之间存在矛盾。环境科学的基本任务就是揭示人与环境之间的矛盾，研究环境中的物质和能量交换过程的规律性，寻求解决这些矛盾的途径和方法，同时预测未来的环境状况，规划设计人类所需要的美好环境。用环境系统工程的语言来说，环境科学的基本任务就是通过系统分析与综合，规划设计出高效的“人类——环境”系统，并把它调控到最优化的运行状态。为此，在任何工程规划设计中，都必须把生产观点和生态观点结合起来，特别是对大型工程一定要考虑它的自然效果和社会效果，必须把它当作生态工程或环境工程来看待。

三、环境科学的分类

在现阶段，环境科学主要是运用自然科学和社会科学的有关学科的理论、技术和方法来研究环境问题，从而形成与其有关的学科相互渗透、交叉的许多分支学科。

属于社会科学方面的有：环境管理学、环境法学、环境社会学、环境经济学等。

属于自然科学方面的有：环境数学、环境物理、环境化学、环境医学、环境生物学、环境工程学、环境水利学、环境系统工程等。

可见，环境科学体系好像是一株大树，树上分枝，枝上分权，但它们都是“同根生”，也就是说各个分支学科都是以环境为共同的研究对象。

截至目前为止，环境科学尚无统一的分类，一般可分为以下六个学科。

(1) 环境社会科学：如环境污染发展史、环境经济学、环境法学和环境管理学等

(2) 环境生物学：如污染生态学、环境水生物学、环境微生物学等。

(3) 环境化学：如环境污染化学、环境分析化学和环境监测。

(4) 环境物理学：如环境声学、环境光学、环境热学、环境电磁学和环境空气动力学等。

(5) 环境医学：如环境流行病学、环境毒理学、环境医学监测、公害病及其防治、环境卫生标准等。

(6) 环境工程学：如大气污染控制工程、水污染控制工程、噪声污染控制工程、固体废物处理工程、环境监测技术、环境质量评价等。

1.1.2 环境工程学

一、环境工程学的基本概念

环境工程学是环境科学的学科分支之一，是一门新兴的综合性工程技术学科。它运用工程技术的原理和方法，治理环境污染，保护和改善环境质量，并运用系统工程的方法，研究合理利用自然资源，从整体上解决环境问题的技术途径和技术措施。它是环境保护工作的重要“硬件”之一。

环境工程学是人类在解决环境污染问题的过程中逐步发展并形成的。20世纪以来，随着一系列环境污染公害事件在世界各地的相继发生并夺去成千上万人的生命，更使环

境污染控制成为人们高度关心的问题，由此推动了环境工程学科的形成。此外，由于自产业革命以来，世界各地的污染问题由水体污染逐步向大气污染、固体废弃物污染及城市噪声公害污染等多方向发展，使环境工程所涉及的领域不断扩大，使之成为涉及土木工程、生物生态技术、化工技术、机械工程、系统工程等一系列技术的综合性学科并日臻完善。

二、环境工程学的主要研究内容

(一) 环境污染防治工程

主要研究环境污染防治的工程技术措施，并将其应用于污染的治理。它既包括利用单元操作和单元过程对局部污染的防治，也包括区域污染的综合防治。具体有：

1. 水污染防治工程

通过对城市和工业废水的处理预防和治理水体污染，通过合理的系统规划改善和保护水环境质量、合理利用水资源，其目的是实现与众多自然条件（如地理、气象、水文、土壤及资源等）社会因素（如城市发展、经济建设和人口状况等）及国家的政策和法律、法规等密切相关。其主要研究内容有：水体的自净规律及其利用、城市和工业废水治理的技术措施和水污染的综合防治等。

2. 大气污染防治工程

主要研究在人类消费活动中向大气排放的有害气态污染物的迁移转化规律，应用技术措施削减和去除各种污染物，其污染控制技术与一个国家或地区的能源使用结构和利用效率密切相关。其主要研究领域有：大气质量管理、烟尘治理技术、气体污染物治理技术及大气的综合防治等。

3. 固体废弃物污染防治工程

主要研究工业废渣和城市垃圾等的减量化、资源化和处理处置的技术工艺措施，它与城市的发展水平及人们的消费观念密切相关。

4. 噪声与振动控制

主要研究声源控制及隔音消声等工程技术措施。

此外，还包括放射性污染防治、电磁污染防治等内容。

(二) 环境系统工程

以环境科学理论和环境工程的技术方法为基础，综合运用系统论、控制论和信息论的理论以及现代管理的数学方法和计算机技术，对环境问题进行系统的分析、规划和管理，以谋求从整体上解决环境问题，优化环境与经济发展的关系。它主要包括环境系统的模式化和优化两个内容，如土地资源的合理利用和规划问题、城市生态工程的规划问题等，都是环境系统工程研究的重要内容和对象。

(三) 环境质量评价

对工程项目或一地区的发展规划对环境所造成的现有和将来潜在的影响，从整体上进行评价，并提出寻求保护和改善环境及自然资源的新途径和技术方法，并为规划的优化及环境保护措施的实施和管理提供科学的依据。环境质量评价可以分为回顾评价、现状评价和影响评价三种类型。

总之，环境工程是一门新兴的工程技术科学，其形成的历史不长，加之它是涉及许

多领域的一门综合性学科，环境问题的性质又在不断的变化，因而其研究内容也将得到不断的充实和发展。

1.2 环 境

1.2.1 环境的基本概念

“环境”一词的含义极其丰富。

任何事物的存在都要占据一定的空间和时间，并且要和其周围的各种事物发生必然的联系。通常将所关注的事物或研究对象称为中心事物（主体），而把该事物所存在的空间以及位于该空间中诸事物的总和称为该中心事物（主体）的环境。环境不仅总是相对于中心事物而言并存在的，而且是一个可变的概念，它要随所研究的对象，即中心事物的变化而变化。宇宙中的一切事物都有其自身的环境，而它同时又可以成为其他诸事物环境的组成部分。因而，环境是一个极其复杂、相互影响、彼此制约的自然综合体。

在不同的学科，由于所关注的中心事物不同，环境的含义也不同。环境科学所研究的环境是以人类作为中心事物的自然环境，或者说环境是指以人类为主体的外部世界。这里所说的外部环境包括直接或间接影响人类生存与社会发展的周围事物。对于“环境”的主体——“人类”而言，它有不同层次或级别的组合，既有个体的人，这是最基础的层次；也有全人类，这是最高层次；在这二者之间是不同性质和规模的多种多样的人群。在个体层次上，其环境称为生境，或局地环境；对全人类来讲，其环境自然是全球环境；在二者之间，即介于局地环境和全球环境之间，称为区域环境。这区域环境又有多种多样的不同性质与规模的差异。

自古以来，人类就与其周围诸事物发生着各种联系，其生存繁衍的历史可以说是人类社会同大自然相互作用、共同发展和不断进化的历史。人类的环境是作用于人类这一主体（中心事物）的所有外界影响和力量的总和，它可分为社会环境和自然环境两种。

社会环境指人们生活的社会经济制度和上层建筑，包括构成社会的经济基础及其相应的政治、法律、宗教、艺术、哲学和机构等及人类的定居、人类社会各阶段和城市建设发展状况等，它是人类在从事物质资料的生产和消费过程中，由于共同进行生产劳动、求取生存和发展而建立起来的生产关系的总和。

自然环境指环绕于我们周围的各种自然因素的总和，是人类赖以生存和发展必不可少的物质条件。目前所研究的自然环境通常是适宜于生物生存和发展的地球表面的一薄层，即生物圈。它包括大气圈、水圈和岩石土壤圈等在内的一切自然因素（如气候、地理、地质、水文、土壤、水资源、矿产资源和野生动物等）及其相互关系的总和，目前主要限于围绕地壳表面的大气的一部分，深度不到 11km 的海洋和高度不到 9km 的地表面（最高山峰珠穆朗玛峰）以及高出海平面 12km 内的大气层，虽然它对庞大的地球而言，不过是靠近地壳表面薄薄的一层而已，但却是目前与人类关系最为密切的一层，人类和一切其他生物在此层内生存、繁衍和发展，因而必须加以保护。

中华人民共和国 1989 年 12 月 26 日公布的《中华人民共和国环境保护法》第一章

总则第二条明确指出：“本法所称环境，是指影响人类生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素的总体，包括大气、水、土地、矿藏、森林、草原、野生动物、野生植物、水生生物、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区、生活居住区等。”这是一种从具体工作需要出发，对环境一词的法律适用对象或范围做出的规定。

本书各部分内容中提及的环境均指自然环境。

1.2.2 环境要素

环境要素，又称环境基质，是指构成人类环境整体的各个独立的、性质不同而又服从于其总体演化规律的基本物质组成。分为自然环境要素和人工环境要素。自然环境要素通常指水、大气、生物、岩石、土壤和阳光等，有的学者认为环境要素不包括阳光，所以环境要素并不等同于自然环境要素。但目前通常多以自然环境的研究为主，因而环境要素也通常指自然环境要素。

环境要素组成环境结构单元，环境结构单元又相互联系组成整体的环境系统。例如，由水组成水体，由水体组成水环境，水环境（包括河流、湖泊、水库、海洋以及地下水等）的总体则称之为水圈；由大气组成大气层，整个大气层总称为大气圈；由土壤构成农田、草地和林地等，岩石构成岩体，而全部岩石和土壤组成土壤——岩石圈；由生物体组成生物群落，全部生物群落则组成生物圈；阳光则是一切生物生存和发展不可缺少的能量来源，它提供充足的能量供环境中其他所有要素生长繁殖和进化之需。

1.2.3 环境的类型

环境是复杂而庞大的概念。人类在利用环境资源和改造环境的过程中，需要对不同类型和性质的环境加以区分。根据不同的分类原则，环境有不同的分类方法。如根据环境的范围可将其分为聚集环境、地理环境、地质环境、宇宙环境等。

目前，根据所研究的对象不同，可将环境分为如下几类：

（1）按人类环境中各物质是否有生命分，即生命物质和非生命物质。（2）按中心事物的不同划分，即以人类为中心事物，由除人类以外的生物和其他物质作为环境要素所组成的环境和以人类和其他生物一起作为中心事物，由其他非生命物质作为环境要素所组成的环境。（3）按组成人类环境的物质来源分，可分为自然环境（即由地球在发展、演化过程中形成的、且“赐予”人类的未受人类活动于预或只受轻微于预的物质组成的环境）和人为环境（即由人类改造过的或由人类创造的、体现人类文明程度的各种物质，如人工水库、道路、城市、农田等）。也有人将人为环境称为“技术圈”，以区别于在地球本身发展过程中形成的“生物圈”。（4）按空间大小来分，可将环境分为车间环境、生活区环境、城市环境、流域环境、全球环境和宇宙环境等。（5）按组成人类的各自然要素分，可分为大气环境、土壤环境、水体环境（河流环境、湖泊环境和海洋环境等）等。（6）按人类生产活动的性质来分可分为农业环境、工业环境、旅游环境及投资环境等。

上述对环境的分类方法都是为研究的方便和认识环境问题的深度和广度的不同而提出的，不存在本质上的区别。不同分类法所定义的环境类型间相互紧密关联、重叠并相互影响、作用和制约并形成一个密不可分的整体。

1.3 环境问题

1.3.1 环境问题及其分类

人类社会发展到今天，创造了前所未有的文明，但同时又带来了一系列环境问题。环境问题是指由于自然变化或人为活动而引起的环境质量变化，以及由此给人类的生存和发展带来的不利影响。

环境问题的表现形式多种多样，其危害也各不相同。

按照形成的原因，环境问题可以分为两类：

(一) 原生环境问题

又称为第一环境问题，是指由自然因素自身的失衡和污染引起的环境问题，如火山爆发、洪涝、干旱、地震、台风等自然界的异常变化、因环境中元素自然分布不均引起的地方病以及自然界中放射性物质产生的放射病等。

(二) 次生环境问题

又称为第二环境问题，是指由人为因素造成的环境污染和自然资源与生态环境的破坏。人类在开发利用自然资源时，超越了环境自身的承载能力，使生态环境质量恶化或自然资源枯竭的现象，这些都属于人为造成的环境问题，而通常所说的环境问题主要是指次生环境问题。

次生环境问题又可分为环境污染和生态环境破坏两大类。由于人为的因素，使环境的化学组分或物理状态发生变化，与原来的情况相比，环境质量发生恶化，扰乱或破坏了原有的生态系统或人们正常的生产和生活条件，这种现象称为“环境污染”，又称为“公害”，如工业生产排放的废水、废气、废渣对水体、大气、土壤和生物的污染。“生态环境破坏”主要指人类盲目地开发自然资源引起的生态退化及由此而衍生的环境效应，是人类活动直接作用于自然界引起的，如过度放牧引起的草原退化、因毁林开荒造成的水土流失和沙漠化等。

环境污染作为一个重大的社会问题，是随着产业革命的开始而出现的。由于当时只顾生产，不顾对环境的污染，造成了严重的后果。产业革命的故乡——英国伦敦市，早在 1879 年、1880 年、1882 年、1891 年和 1892 年连续发生了一系列煤烟型大气污染事件，每次都造成了众多人员的伤亡。

进入 20 世纪，特别是第二次世界大战以后，科学、工业、交通都发生了迅猛的发展，尤其是石油工业的崛起，工业过分集中，城市人口过分密集，环境污染由局部逐步扩大到区域，由单一的污染扩大到大气、水体、土壤和食品等各方面的污染，酿成了不少震惊世界的公害事件，如马斯河谷事件、多诺拉烟雾事件、伦敦烟雾事件、洛杉矶光化学烟雾事件等，都是由于工业发展，大量燃煤或者汽车尾气形成的大气污染所致，而发生在日本的水俣病事件、富山事件、四日事件和米糠油事件则是由于有毒物质、农药等污染了水体，进而进入人们的食物链而形成的公害。这些污染事件不但破坏了生态系统，同时也夺去了不少人的生命。总之，都是人类污染环境而最终自食其果。

1962年，美国女海洋生物学家卡逊女士发表了《寂静的春天》，以通俗的笔法，提醒世人警惕过度使用农药的恶果。但类似的公害事件并未在世界绝迹。20世纪70年代~80年代，随着工业化的推进，仍有许多突发性的严重公害事件发生，如1984年印度的博帕尔农药泄漏事件、1986年苏联的切尔诺贝利核电站泄漏事故、1989年美国阿拉斯加艾克森·瓦尔迪兹油轮漏油事件等。

我国也不例外，在1998年环境状况公报中指出“中国面临的环境问题形势依然严峻。相当多地区环境质量状况仍然没有得到改变，有的甚至还在加剧。一些地区水土流失、荒漠化、森林和草地功能衰退等生态问题比较突出。1998年发生了洪水、赤潮和沙尘暴等严重的自然灾害。”近年来，我国也出现了各种各样的环境问题，如黄河断流、淮河的严重污染、湖泊（太湖、滇池）的富营养化、渤海环境的恶化、重庆地区的酸沉降严重等。所以，可以这样说：环境保护的工作任重而道远。

1.3.2 当前人类面临的主要环境问题

由于科学技术的迅速发展，人类正大规模地改造着周围的环境。随着人类经济活动的不断发展造成了资源毁坏和枯竭，环境退化，自然界的平衡受到严重扰乱，水、空气、土壤和生物的污染达到了惊人的程度。

当前世界所面临的主要环境问题是人口、资源、生态破坏和环境污染问题。它们之间相互关联、相互影响，已经成为当今世界环境学科所关注的主要问题。

一、人口问题

1987年7月11日，联合国秘书长德奎利亚尔向南斯拉夫医院里的刚刚分娩的一位母亲表示祝贺，她的新生儿有幸成为地球上的第50亿位公民，这一天被联合国定为“50亿”人口日。而今，随着那个婴儿已不断长大，50亿这个数字也在不断膨胀，1999年10月12日，地球人口达到60亿。短短十多年间的地球上的人口净增10亿，虽骇人，却是不争的事实。随着社会的发展，“人口问题”已然成为当今世界使用频率最高的词语。面对汹涌的人口浪潮，是完成人口转变，还是陷入人口陷阱——21世纪人类将无可避免地面对生存与未来的抉择。

可以说：人口问题是当今环境的首要问题。

（一）全球人口爆炸

早在1945年美国人口学家戴维斯就形象的形容道：“从长远看，全球人口增长就像一条细长的导火线在缓慢渐进地燃烧着，直至最后引爆炸药发生爆炸。”事实上，用“爆炸”一词形容当今人口的增长速度一点也不夸张。

从公元初年到公元1000年，全球人口平均每年增长0.02%，几乎呈现停滞状态；而20世纪下半叶，尤其在50年代~60年代，全球人口增长速度突破历史纪录。达到年平均2%的增长速度，人口数量飞速上升。

公元元年，世界人口为3亿；花了1700年才达到6亿，1850年，世界人口达到12亿，1950年，增长到25亿，1999年，猛增至60亿。

另外，世界人口每增长10亿所需的时间也越来越少。世纪末，人口数量增加一个新的10亿用的时间竟只有人类人口数量从10亿增加到20亿所用时间的1/12，见表1-1所列。

表 1-1 世界人口每增长 10 亿所需时间

人口数量/亿	年份/年	增加 10 亿人口所需时间/年
10	1804	—
20	1927	123
30	1960	33
40	1974	14
50	1987	13
60	1999	12

人口爆炸的现象在发展中国家和地区表现的尤为明显。20 世纪下半叶，发展中国家纷纷摆脱殖民枷锁和帝国主义的压迫，走上了政治独立，由于经济初兴，生活改善，人口增势很猛。这一时期发展中国家人口增长速度高得惊人，大大超过全球水平。甚至到 20 世纪 70 年代中后期，还有不少的发展中国家人口增速保持在 3% 以上，甚至接近 4%。目前，发展中国家每年新增人口占世界总数的 96%，在中东和非洲某些地区，每个妇女平均生育 7 个孩子以上，1950 年欧洲人口是非洲的 3 倍，而如今这两个大洲的人口数大致相当。照现在的生育速度，也许 50 年后，欧洲将会惊叹：非洲人口是他们的 3 倍或更多。

（二）地球在告急

在过去的几十年里，人口每增长 10 亿，联合国就会通过各种渠道向世界各国拉响警钟，提醒人们警惕人口的过快增长。1999 年 10 月 12 日——世界人口 60 亿日，联合国将“人类对生育的选择决定人类的未来”定为这一届人口日的主题。它提醒了全人类要正视人口爆炸给人类生活带来的危害，控制自身的无序增殖。

首先是农业生产的下降、食品数量的减少和资源的匮乏。中国有句俗语“民以食为天”，人类不可缺少的食物中有 88% 来自土地。土地可以称为是养育人类的母亲。但 20 世纪下半叶以来，全球耕地面积日益减少而且减少趋势越来越快。

1950 年—1990 年间世界人口从 25 亿上升到 50 多亿，翻了 2 倍多，耕地面积却减少了一半，也就是说 20 世纪 90 年代初人均耕地面积只有 20 世纪 50 年代的 1/4，这不仅造成了粮食产量的降低，还造成肉类、鱼类等其他食品数量的减少。如果放任人口这样继续增长下去，人类将无法养活自己。

其次，人口的过快增长也对环境造成了极大破坏。由于人口的高速增长，人类不得不砍树造屋，而且高强度地利用自然资源，使得生态平衡受到破坏，绿地越来越少，人类的居住环境越来越差。

众所周知人既是生产者又是消费者。从生产者的人来说，任何生产都需要大量的自然资源来支持，如农业生产要有耕地、工业生产要有能源、各类矿产资源、各类生物资源等，随着人口增加，生产规模的扩大，一方面所需要的资源要继续或急剧增大；一方面在任何生产中都有废物排出，而随着生产规模的增大而使环境污染加重。从消费者的人类来说，随着人口的增加、生活水平的提高，则对土地的占用越大。对各类资源如不

可再生的能源和矿物、水资源等的利用，亦急剧增加，当然排出的废弃物量亦增加，亦加重了环境污染。

地球上的一切资源都是有限的，即使是可恢复的资源如水，可再生的生物资源，在每年中可供量也是一定的。而其中一些资源尤其是土地资源不仅是总面积有限，人类难以改变，而且还是不可迁移的和不可重复利用的。这样有限的全球环境及其有限的资源，便将限定地球上的人口也必是有限的。如果人口急剧增加，超过了地球环境的合理承载能力，则必造成生态破坏和环境污染。这些现象在地球上的某些地区已出现了，并正是我们要研究和改善的问题。

再次，人口的高速增长也导致了生活质量的降低。据联合国估计，现在全世界至少有 1 亿人没有住房，这一数字相当于墨西哥的人口数；如果将擅自占据房屋者或无稳定住所者计算在内的话，这一数字将高达 10 亿。更严重的是，在劳动力饱和的状态下越来越多的人将失业。

除此之外，人口的老龄化问题给全世界也产生了影响，带来了负担和压力。老龄化会造成劳动力资源短缺，使劳动力后备资源不足，对社会生产的发展不利。老年队伍的日益壮大，也使社会负担加重，意味着每个劳动人口即劳动力社会负担的加重。随着人口的老化和劳动人口的减少，创造财富的人口也相应减少，而人口的老龄化又导致消耗财富的人量大增，这样整体社会便逐渐由生产型转化为消费型。这种转化的结果必然使生产者负担加重，久而久之，社会将难以承担逐渐加重的经济负担。世界上有一些国家已经进入了人口老龄化社会。

（三）我国国情

我国历史上一直是一个人口大国。1949 年中华人民共和国成立时，人口已达 5.4 亿，此后经过 20 世纪 50 年代和 20 世纪 60 年代两次人口增长高峰，人口数量又大幅度增长。到 1990 年 7 月，中国人口已达 11.6 亿，占世界人口的 22% 左右，目前已经超过 13 亿。

新中国成立以来，我国人口发展规律具有以下基本特点：

1. 人口增长速度快

我国在 1684 年（清）历史上第一次超过了 1 亿人口大关。新中国成立后，由于人口问题的失策，使人口增长速度加快，1984 年全国人口总数已突破 10 亿，比 1949 年增加了 4.93 亿人，到 1995 年 2 月 15 日我国人口已达到 12 亿。

2. 农村人口比重大

我国农村人口基数大，农业人口占总人口比率高，1983 年农业人口为 7.837 亿，占世界总农业人口 22.7 亿的 62.3%。

3. 人口城市化加快

人口城市化是指一个变农村人口为城市人口，或变农业人口为非农业人口，由农村居住变为城市居住的人口分布变动的过程。1980 年以前，我国人口城市化进程缓慢，城市化程度处于较低水平。80 年代以来，随着经济的繁荣，工业化的发展，农村大量剩余人口涌入城市，使城市人口迅速增加。我国 1965 年城市人口占总人口比例为 18.2%，而 1995 年为 30.3%，已有近 1/3 的人口居住在城市。

4. 人口老龄化

少年人口比重逐渐降低，将由 1985 年的 30.3% 下降到 2000 年的 25.8%，老年人口

比重逐年上升,我国 2003 年 60 岁以上人数已占 10% ,达到人口老龄化水平,预计到 2005 年,60 岁以上人数将达到 14%。也就是说近年来我国的人口老龄化问题也越来越突出,但总的看我国人口年龄结构仍然属成年型,好于发达国家。

5. 男女性别比偏高

我国人口男女性别比不仅显著高于发达国家,而且也稍高于某些发展中国家。我国三次人口普查的男女性别比分别为:104.88(1953 年),103.88(1964 年),107.15(1982 年)。近年来,男女性别比呈上升趋势。据 1990 年的人口普查,1989 年男女婴儿比已达到 114:100。人口性别比的差异是导致社会不稳定的重要因素之一,应该得到广泛的重视。

6. 人口分布不均匀

我国人口分布格局,从黑龙江省的爱辉,到云南省的腾冲划一条直线,该线的西北约占全国总面积的 64%,但人口只占全国总人口的 4%,而该线的东南,占总面积 36%的土地上生活着 96%的人口。这是由于社会、经济、政治和自然多方面因素造成的。

7. 人口素质亟待提高

建国后,中国人口素质的改善是在一个较低水平上开始的。随着我国社会经济的迅速发展,人民物质文化生活水平的不断提高,中国人口的身体素质和科学文化素质都有了明显提高。我国人均寿命从 1949 年的 35 岁提高到现在的 70 岁左右,人口死亡率由 1949 年的 20‰降至现在的 7‰左右;人均受教育年限达到 1990 年的 5.18 年,每万人大学生数由 1952 年的 3.3 人增加到 1994 年的 22.4 人,学龄儿童入学率已达 98.4%。

尽管我国人口素质有了明显的提高,但整体科学文化素质仍然处于较低水平受过初中及初中以上教育的人只占总人口的 33%与发达国家相比,还存在较大差距。特别是文盲、半文盲人口中,还有一部分是青少年,全国仍有 2%~3%的学龄儿童没有参加文化学习。

这一系列问题将阻碍我国的经济发展,同时将进一步加重环境污染。所以在 21 世纪,“控制人口数量,提高人口质量”仍是我国的一项长期重要任务。

对于发展中国家来说,首先要解决的问题是控制人口总量的增长,发展社会生产力,增加社会财富,然后,在控制人口增长的前提下,通过适当的时候调整人口政策,预防人口过度老化。同时,建立和健全老年社会保障制度,一方面为迎接老龄化社会的到来做好准备,另一方面对控制人口的增长也起积极作用。

总之,从环境保护和合理利用资源以及持续发展的角度来看,根据人类各个阶段的科学技术水平,计划和控制响应的人口数量,是保护环境可持续发展的主要途径。

二、资源问题

资源问题是当今人类发展所面临的另一个主要问题。众所周知,自然资源是人类生存发展不可缺少的物质依托和条件,自然资源与人类社会和经济发展存在着相互作用、相互制约的密切关系。然而,随着全球人口的增长和经济的发展,对资源的需求与日俱增,人类正受到某些资源短缺或耗竭的严重挑战。全球资源匮乏和危机主要表现在:淡水资源出现严重不足,森林资源在不断缩小,土地资源在不断减少和退化,生物物种在减少,某些矿产资源濒临枯竭等。

（一）水资源

世界上淡水资源极其有限，我们修养生息的地球虽然有 70.8% 的面积为水所覆盖，但其中 97.5% 的水是咸水，无法饮用，在余下的 2.5% 的淡水中，有 87% 是人类难以利用的两极冰盖、高山冰山和永冻地带的冰雪。人类真正能够利用的是江河湖泊以及地下水的一部分，约占地球总水量的 0.26%。有人比喻说，在地球这个大水缸里可以用的水只有一汤勺，而且这一汤勺的水严格地说应该是含有复杂混合物的“汤”。

目前，世界上有 43 个国家和地区缺水，占全球陆地面积的 60%。约有 20 亿人用水紧张，10 亿人得不到良好的饮用水。除了自然条件影响以外，水体污染破坏了水资源是造成水资源危机的重要原因之一。目前全世界每年约有 4200 亿 m^3 的污水排入江河湖海，污染了 5500 亿 m^3 的淡水，约占全球径流量的 14% 以上。估计今后 30 年内全世界污水量将增加 14 倍。特别是第三世界国家，污水、废水基本不经处理即排入水体的现象更为严重，造成世界的一些地区有水，但严重缺水的现象。水资源短缺已成为许多国家经济发展的障碍，成为全世界普遍关注的问题。当前，正面临着水资源短缺和用水量持续增长的双重矛盾。正如联合国早在 1977 年所发出的警告：“水不久将成为一项严重的社会危机，石油危机之后下一个危机是水。”

目前，水资源短缺、水污染加剧、地下水超采和用水效率低下正在加剧我国水资源供需矛盾，全国有 2/3 的城市常年处于供水不足状态。全国 600 多个城市中有 400 多个城市存在供水不足问题，其中比较严重的缺水城市达 111 个，全国缺水总量为 60 亿。据预测，2030 年中国人口将达到 16 亿，届时人均水资源量仅有 1750 m^3 。在充分考虑节水情况下，预计用水总量为 (7000 亿 ~ 8000 亿) m^3 ，要求供水能力比现在增长 (1300 亿 ~ 2300 亿) m^3 ，全国实际可利用水资源量接近合理利用水量上限，水资源开发难度极大。

（二）森林资源

森林覆盖着全球陆地的 1/3，热带森林总面积共逾 190 亿公顷。森林是木材的供应来源并具有储水、调节气候、保持水土及提供生计、保障生物多样性等重要作用，森林是最大的生态系统，是维护陆地生态平衡的枢纽。它对于人类文明的发展产生过并继续产生着巨大影响。目前世界森林资源趋于减少。历史上森林植被变化最大的是温带地区。自从大约 8000 年前开始大规模的农业开垦以来，温带落叶林已减少 33% 左右。但近几十年中世界毁林集中发生在热带地区，全球热带森林正以每年 1170 万公顷的速度消失。森林资源减少的形势仍是严峻的。

我国以森林采伐为主的百余个国营林工局在相当程度上面临着资源枯竭的问题。如黑龙江省林工总局系统许多林工局已失去了采伐的对象。重新恢复生产至少要等 50 年的时间，而且必须投入原有生产利润的 3 倍以上的资金才能做到。

采伐森林的主要目的是把林地改作耕地，获取燃料和木材。由于森林采伐和造林步伐的严重失调，造成土地裸露、土壤流失、小区天气变化，河水流量减少、湖面下降、农业生产力降低、野生生物物种面临灭绝的数目增加等。

科学家对保护热带森林的呼声越来越高，但有关国家响应的实际步骤非常缓慢，致使一些木材出口国很可能变成木材进口国。处在热带森林区的发展中国家已成了国际经济“开发”的理想场所，这些开发项目往往要吃掉大批森林。因此，如何保护热带森林已是各国生态学家和环境学家极为重视的问题。

（三）土壤和土地资源

土地资源损失尤其是可耕地资源损失、土壤退化与沙漠化已成为全球性的问题，发展中国家尤为严重。目前，人类开发利用的耕地和牧场，由于各种原因正在不断减少或退化。沙漠化、盐碱化问题比较严重。而全球可供开发利用的备用资源已很少，许多地区已经近于枯竭。虽然过去 30 年中粮食产量大大增加，但随着世界人口的快速增长，使得许多国家粮食不能自给，人均占有的土地资源在迅速下降，加之缺乏适当的环境管理，把森林和草原改为耕地，从而加快了土壤退化与水土流失、土壤肥力下降和土地盐碱化。农药和化肥的不适当使用导致土壤污染。这一系列问题对人类的生存构成了严重威胁。

据联合国环境规划署的资料，从 1975 年至 2000 年，全球有 3 亿公顷耕地被侵蚀，另有 3 亿公顷可能被压成新的城镇和公路之下。同时森林、植被的破坏使全世界每年流失的土壤达 240 亿吨。几乎全部土地的 1/3 有变成沙漠的危险。全球土壤退化及土地生产潜力降低使土地生产能力的丧失达到不同程度的沙漠化。研究结果表明：全世界 2/3 的土地即 20 亿公顷的土地不同程度地受到了沙漠化的影响（其中 161 亿公顷为牧区），每年估计有 21 亿公顷具有潜在生产能力的土地，由于人类活动丧失了经济价值。而受沙漠化影响的主要是发展中国家，现在世界上有 83 亿人口生活在不毛之地或贫瘠的土地上。由此可见土地资源问题的严重性。

我国的耕地面积也在以每年大于 70 万公顷的速度减少，而且耕地质量也在下降。究其原因主要有沙漠与沙漠化、土壤的侵蚀、土壤的盐碱化、土地的污染和建筑占地。我国当前水土流失 375 万 km^2 ，比 40 年前增加了 225 万 km^2 ，占国土面积的 40%。全国 4/5 的水土流失未得到有效治理，全国沙漠化面积超过了 100 万 km^2 ，每年以 466.7 万公顷的速度扩展，三北地区有 25 万公顷耕地处于沙化的边缘。另据近年来对 1403 个样品的调查大约 59% 的耕地缺磷，23% 的耕地缺钾，14% 的耕地磷、钾俱缺。全国有 0.1 亿公顷耕地已受到工业污染的危害。农田中铜、锌、铅等重金属离子含量严重超标。

（四）我国资源的特点

我国是一个资源大国，自然资源种类多、数量大，自然资源有如下特点。

1. 资源总量多，人均占有量相对不足。

中国国土面积（陆地）为 960 万 km^2 ，占世界土地面积的 7.2%，占亚洲的 25%，仅次于俄罗斯和加拿大，居世界第三位。人均占有土地面积不到 1 公顷，只及世界平均数的 1/3，耕地实际面积 1.33 亿公顷，居世界第四位，林地面积 1.25 亿公顷，居世界第六位，草地面积 4 亿公顷，居世界第二位，但人均占有量分别只有 0.12 公顷、0.11 公顷和 0.35 公顷，为世界平均水平的 1/3，1/6 和 1/2。中国高等植物和脊椎动物种数约占世界的 10% 左右，鸟类约占 15%，兽类约占 8%。中国大陆架渔场约占世界优良渔场总面积的 1/4，淡水鱼类种数居世界首位。

我国有 1.8 万 km 的海岸线，近 300 万 m^2 米的管辖海域，500 m^2 以上的岛屿 7372 个，海洋资源遭受掠夺性开发，沿海生态环境破坏严重。

我国地表水资源总量为 2.8 万亿 m^3 ，全国河流纵横，湖泊密布，河川径流量为 2.7 万亿 m^3 ，年平均径流量为 284 亿 m^3 ，但人均水资源只有 2700 m^3 ，居世界第 109 位，被列为世界人均水资源的 13 个贫水国家之一。

到 1998 年底，我国已发现 171 种矿产，矿产地 25000 多处。探明有储量的矿产 153

